



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11000827 A**(43) Date of publication of application: **06.01.99**

(51) Int. Cl. **B23H 9/00**  
**B23H 1/00**

(21) Application number: **09151968**(22) Date of filing: **10.06.97**

(71) Applicant: **RES DEV CORP OF JAPAN**  
**SAITO NAGAO MORI NAOTAKE**  
**MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

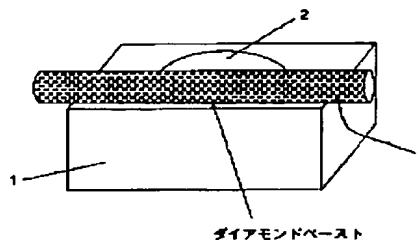
(72) Inventor: **SAITO NAGAO**  
**MORI NAOTAKE**  
**TSUNEKAWA YOSHIKI**  
**SHIMAMOTO KOHEI**  
**GOTO AKIHIRO**  
**MAGARA TAKUJI**  
**IMAI YOSHIHITO**  
**MIYAKE HIDETAKA**

(54) **ELECTRIC DISCHARGE SURFACE TREATING METHOD**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a satisfactory machined surface roughness on the surface of a steel material or cemented carbide by subjecting a body to be treated to an electric discharge surface treatment in a working fluid in which carbon is decomposed by discharge, polishing or discharge-grinding the surface of the body to be treated, and then nitriding the body to be treated.

**SOLUTION:** A green compact electrode is formed by compression molding a metal having the property of being hardened by carbonization, for example, a hydrogenated metal such as titanium hydride ( $\text{TiH}_2$ ). A steel material or a cemented carbide of a sintered body of tungsten carbide-cobalt (WC-Co) which is a body to be treated 1 is subjected to an electric discharge machining in a working fluid in which carbon is decomposed by discharge, for example, in oil. Thus, the surface of the body to be treated 1 is coated with the carbide of the electrode material. Thereafter, the electric discharge processed surface 2 provided on the body to be treated 1 is mechanically polished, for example, by a tool 3. The polished based material 1 is further nitrided.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-827

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 2 3 H 9/00

B 2 3 H 9/00

A

1/00

1/00

A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-151968

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月10日

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 000173289

斎藤 長男

愛知県春日井市岩成台9丁目12番地12

(71) 出願人 591135853

毛利 尚武

愛知県名古屋市天白区八事石坂661-51

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

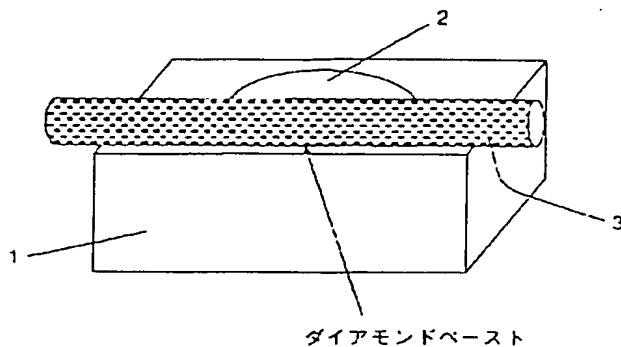
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電表面処理方法

(57) 【要約】

【課題】 鋼材あるいは超硬合金の表面に良好な仕上面あらさを得ると共に、強靱な耐摩耗性をもつ表面層を形成する。

【解決手段】 炭化して硬化する金属の粉末を圧縮成形して放電加工用電極とし、放電によって炭素が分解する加工液中において被処理体を放電表面処理し、その後、前記被処理体の表面を研磨し、更にその後、前記被処理体を窒化処理する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭化して硬化する金属の粉末を圧縮成形して放電加工用電極とし、放電によって炭素が分解する加工液中において被処理体を放電表面処理し、その後、前記被処理体の表面を研磨し、更にその後、前記被処理体を窒化処理する放電表面処理方法。

【請求項 2】 炭化して硬化する金属の粉末を圧縮成形して放電加工用電極とし、放電によって炭素が分解する加工液中において被処理体を放電表面処理し、その後、前記被処理体の表面に放電研削を施し、更にその後、前記被処理体を窒化処理する放電表面処理方法。

【請求項 3】 放電加工用電極は、炭化して硬化する金属粉末に、高硬度の炭化物、窒化物、硼化物の少なくともいずれかを混合して圧縮成形したものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載の放電表面処理方法。

【請求項 4】 窒化処理をアルゴンガスと窒素との混合物中において行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の放電表面処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、鋼材あるいは超硬合金、例えば、タングステンカーバイド-コバルトの焼結体等の表面に良好な仕上面あらさを得ると共に、強靱な耐摩耗性をもつ表面層を形成する放電表面処理方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】本発明者等は、既に水素化チタン ( $TiH_2$ ) 等の水素化金属を圧縮成形し、これを電極（以下、圧粉体電極と記述）として被処理体である鋼材や超硬合金、例えば、タングステンカーバイド-コバルト (WC-Co) の焼結体を油中で放電加工し、被処理体表面に電極材料の炭化物 [水素化チタン ( $TiH_2$ ) ならば炭化チタン ( $TiC$ )] を被覆する技術を提案している。

【0003】また、上記のように被覆した材料を窒化処理することによって、炭化チタン ( $TiC$ ) を窒素化炭化チタン ( $TiCN$ ) に、残留チタン ( $Ti$ ) を窒化チタン ( $TiN$ ) に化学変化させ、それによって炭化チタン ( $TiC$ ) よりもより高い耐摩耗性を有する表面層を形成させる技術を提案している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、圧粉体電極で放電表面処理を行なう場合、表面処理速度を高めようとすれば仕上面あらさは荒くなり、現在のところ、表面処理速度が比較的に高い条件下での最良仕上面あらさは、被処理体が超硬合金で  $6\mu mR_z$  程度、鋼材で  $9\mu mR_z$  程度であって、被処理体の処理前の仕上面あらさはいずれも  $1\mu mR_z$  以下であるのに、放電表面処理することにより仕上面あらさは粗くなる。

【0005】その理由としては、圧粉体電極が放電表面処理中に電極消耗によって凹凸が発生すること、圧粉体電極を形成する水素化チタン ( $TiH_2$ ) 等の粒子が著しく微粉化できにくいこと（微粉化は、粉碎の過程で発火爆発等の危険がある）、及び放電が圧粉体電極の電気抵抗の不均一によって部分的に集中を起すことなどによるものである。

【0006】放電表面処理は、CVD（化学的蒸着）や PVD（物理的蒸着）、あるいはメッキ等に比べて、被処理体に被覆成分が高温溶融状態で射突し拡散しているために、著しく高い密着性を有する利点があるが、前述のように、仕上面あらさが  $1\mu mR_z$  程度まで得られ難いと言う欠点をもっている。このため先に提案している放電表面処理後に窒化する技術に於ても、仕上面あらさが荒いままに窒化処理した表面となっている。

【0007】通常の耐摩耗部品の表面処理であれば、上記のままでよいが、用途が切削工具や冷間鍛造工具、金型、あるいは過酷な環境で使用されるベアリング、土木建設機械、船舶用品等の機械部品のように、かなり微細な仕上面あらさ ( $1\mu mR_z$  程度) を必要とする場合には充分でない場合があり、この発明は上記課題に鑑みてなされたものである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項 1 にかかる放電表面処理方法は、炭化して硬化する金属の粉末を圧縮成形して放電加工用電極とし、放電によって炭素が分解する加工液中において被処理体を放電表面処理し、その後、前記被処理体の表面を研磨し、更にその後、前記被処理体を窒化処理するものである。

【0009】請求項 2 にかかる放電表面処理方法は、炭化して硬化する金属の粉末を圧縮成形して放電加工用電極とし、放電によって炭素が分解する加工液中において被処理体を放電表面処理し、その後、前記被処理体の表面に放電研削を施し、更にその後、前記被処理体を窒化処理するものである。

【0010】請求項 3 にかかる放電表面処理方法は、請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載の放電表面処理方法において、炭化して硬化する性質をもつ金属粉末に高硬度の炭化物、窒化物、硼化物の少なくともいずれかを混合して圧縮成形した放電加工用電極により被処理体を放電表面処理するものである。

【0011】請求項 4 にかかる放電処理方法は、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の放電表面処理方法において、窒化処理をアルゴンガスと窒素との混合物中において行うものである。

## 【0012】

## 【発明の実施の形態】

実施の形態 1. 本発明者等は、水素化チタン ( $TiH_2$ ) を主体とした圧粉体電極による油中放電により被処理体を表面処理する実験を行ってきたが、これによ

て、放電による加工液の分解カーボンとチタン (Ti) の結合による炭化チタン (TiC) を多量に含む高硬度で高い密着力の被覆層を実現している。この表面粗さは、超硬合金上で  $6\mu\text{mRz}$ 、鉄鋼等の鋼材上で  $9(\mu\text{mRz})$  が得られており、タングステンカーバイド-コバルト (WC-Co) の圧粉体電極による加工面や、公知の溶射表面等に比べればかなり良好な仕上面になっている。しかし、切削工具表面あるいは冷間鍛造型工具表面に要望される  $1\mu\text{mRz}$  程度の仕上面粗さには達していない。

【0013】そこで、研削技術と窒化技術を複合併用したのがこの発明であり、以下、その実施の形態を図面と共に説明する。

【0014】まず、炭化して硬化する性質をもつ金属、例えば水素化チタン ( $\text{TiH}_2$ ) 等の水素化金属を圧縮成形することにより圧粉体電極を構成し、被処理体である鋼材や、タングステンカーバイド-コバルト (WC-Co) の焼結体の超硬合金等を、放電によって炭素が分解する加工液、例えば油中において放電加工し、被処理体の表面に電極材料の炭化物を被覆する。その後、図1に例示するように、被処理体に施された放電処理面を例えば工具で機械的に研磨する。

【0015】即ち、図1はこの発明の第1の実施形態を説明するものであり、この図において、1は被処理体である母材、2は母材1の表面に施された放電処理面、3は機械的に研磨するための工具である丸棒を示している。この丸棒3の表面には、油にて湿練した粒径  $1\sim 3\mu\text{m}$  程度のダイヤモンドペーストが塗布されており、この丸棒3により母材1の表面に施された放電処理面を機械的に研磨する。なお、この実施形態では磨き時間を10分間とし、次の条件で油中放電加工を実施した。

電極 : 水素化チタン ( $\text{TiH}_2$ ) の圧粉体

電極極性 : マイナス

放電電流値  $I_p$  :  $8\text{A}$

パルス幅  $T_{on}$  :  $2\mu\text{s}$

休止時間  $T_{off}$  :  $255\mu\text{s}$

加工時間 :  $5\text{min}$

被処理体 : タングステンカーバイド-コバルト (WC-Co) および特殊工具鋼 (SKD-11)

【0016】次に、研磨された母材1に窒化処理を施す。図2は窒化処理装置の概略構成を示す図で、この図において、20は筐体、1は筐体20に収納される母材、21は筐体20内に収納される液体窒素の第1収納容器、22は母材1を加熱する加熱器、23は筐体20の外部に配設される液体窒素の第2収納容器、24は第2収納容器23から液体窒素を筐体20内に導く管路を示している。なお、はじめに液体窒素を第1収納容器21に入れ、筐体20の中を窒素で充分満すのは、母材1の酸化を防ぐためである。

【0017】上記装置を用いて次のとおり母材の窒化処

理を行った。窒化条件として約  $500(^{\circ}\text{C})$ 、 $10(\text{min})$  を実施した結果、仕上面あらさおよび表面硬度は図3、図4に示すとおりとなった。図3において、左方から見て水素化チタン ( $\text{TiH}_2$ ) 圧粉体処理面のままのものと、それを窒化処理したもの、水素化チタン ( $\text{TiH}_2$ ) 圧粉体処理面を研磨したものと、それを窒化処理したものの、いずれも窒化処理の前後で仕上面あらさの変化はない。なお、母材はタングステンカーバイド-コバルト (WC-Co) 超硬合金と鋼材 (SKD11) である。

【0018】また、図4の窒化処理前後の硬度変化を示す図から明らかなように、水素化チタン ( $\text{TiH}_2$ ) 処理 (未研磨) のものを窒化処理することにより、超硬合金にコーティングしたものでビッカース硬度  $H_v1450$  からビッカース硬度  $H_v1700$ 、鋼材でビッカース硬度  $H_v1050$  からビッカース硬度  $H_v1300$  となっていることが分かる。また、窒化処理による硬度上昇は確かである。

【0019】水素化チタン ( $\text{TiH}_2$ ) 処理面を研磨のみ行ったものの硬度は、超硬合金に処理したものでビッカース硬度  $H_v1450$  がビッカース硬度  $H_v1300$  に、また鋼材でビッカース硬度  $H_v1050$  がビッカース硬度  $H_v500$  に低下している。それらを窒化処理したものは、超硬合金に処理したものでビッカース硬度  $H_v1450$ 、鋼材でビッカース硬度  $H_v950$  に硬度が向上している。これは母材硬度より十分に硬度が高いことが判る。しかし、コーティングして未研磨の状態を窒化処理したものに比べれば、それぞれビッカース硬度  $H_v300$  程度低い。これは表面層のチタン (Ti) 成分が多くて炭化チタン (TiC) 成分が少ない部分が除去されたためではないかと想像しているが、水素化チタン ( $\text{TiH}_2$ ) で被覆処理したままのものに比べて、硬度の点では遜色が無い。よって、仕上げ面粗さは明らかに向上しており、窒化による硬度上昇によりその耐摩耗性が高いことも期待される。

【0020】次に、摩耗試験について説明する。大越式ビンディスク摩耗試験結果においても、摩耗量が水素化チタン ( $\text{TiH}_2$ ) の圧粉体電極による放電処理面よりも遙かに小さくその  $1/10$  程度である。なお、摩耗試験の条件は次のとおりである。

ビン形状 :  $7.98\text{mm}\phi$  ( $0.5\text{cm}^3$ )

押付け力 :  $0.5\text{kgf}$ 、よって押付圧力  $1\text{kgf}/\text{cm}^2$

摩擦速度 :  $1\text{m}/\text{s}$  : ディスク材 : SK-3

雰囲気 : 大気中

摩耗量 :  $25\text{km}$  走行における摩耗重量

超硬合金のまま放電表面処理せず :  $2\text{mg}$

超硬合金にチタン金属電極で放電処理 :  $0.7\text{mg}$

超硬に水素化チタンの圧粉体電極で放電処理 :  $0.1\text{mg}$

超硬合金に水素化チタンの圧粉体電極処理→研削→窒化：微小にして計量できず0.01mg程度

【0021】窒化処理装置による硬度上昇が、窒素ガスを混入したためなのか、あるいは単に加熱によるものなのかを確認するため、窒化処理と同一条件（温度：500℃、大気圧）による空气中加熱処理を試みた。その結果、硬度は低下していることが確認された。これは、炭化チタン（TiC）等が酸化され、胞い亜酸化チタン（TiO）、酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）等に変化したためと考えられる。即ち、母材硬度より低下しているのは表面に被覆された炭化チタン（TiC）+チタン（Ti）層が酸化して酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）等に変化し、母材硬度の変化はなくとも低い硬度の表面層が表面形成されることになる。

【0022】この発明の第1の実施形態は上記のとおりで、次に、その作用効果について説明する。まず、放電処理表面を機械的研磨によつて平滑化し、その後、窒化処理を行なう場合に発生する表面の状態を説明する。図5は、チタン（Ti）の圧粉体電極によつて母材を油中で放電加工した場合、母材の表面から被覆層内部にわたる断面の硬度変化を示すもので、ピッカース硬度Hv300程度の母材表面にチタン（Ti）の圧粉体電極によつて、油中放電を行ったものである。図中、V<sub>tic</sub>とあるのはチタン（Ti）が油の分解により生成される炭素（C）と結合して炭化チタン（TiC）となったものの、炭化チタン（TiC）/チタン（Ti）の放電処理表面における体積比であり、この体積比は、放電電流パルス幅、放電時間、加工液である油の供給状態を制御することによって増減できるものである。なおピッカース硬度Hvは、荷重0.01kg（10gr）による測定値である。

【0023】このように、母材表面の硬度が高く、内部に入るに従つて軟質化していることは、内部に入るにしたがつて炭化チタン（TiC）が減少し、チタン（Ti）の割合が増加することを意味する。従つて、ダイヤモンド砥粒のようなもので母材表面を研磨すると云うことは、母材表面を平滑化はするが、表面硬度を一旦減少させることになる。

【0024】しかし、その状態で窒化処理を行なうと、残存のチタン（Ti）は窒化チタン（TiN）となり、炭化チタン（TiC）は窒素化炭化チタン（TiCN）となるために、図4に示すように、再び硬度は上昇する。なお、図3から明らかなように、仕上面あらさには窒化処理による変化はない。

【0025】次に、図6（a）～（d）に母材の放電処理表面の研磨前と研磨後の断面プロファイルを示すように、放電電気条件（放電電流I<sub>p</sub>=7A、パルス幅T<sub>on</sub>=2μs）を小さくして短時間の放電を行った。この例の場合（被覆を薄くつきたい場合）には、処理層の凹凸の山の部分は母材よりも充分に突出しているが、谷の部

分は母材表面よりも内部に入り込んでいる場合がある。これは圧粉体電極の成分チタン（Ti）が放電によつて母材表面に射突する際に加工作用を伴うために母材にめり込んだものである（そのために密着性は高い）。このことは、母材の硬度の高い場合（例えば超硬合金）の方が硬度の低い場合（例えば鋼材）よりも母材に入り込む深さが小さいことから判る。

【0026】従つて、放電処理表面よりも母材内部に入らない程度に機械的研磨を行なえば、放電被覆層は残ることになり、そのことを証明するものとして、母材の表面近くまで機械的研磨を行なったものを窒化処理した結果、図4から判るように、表面硬度は充分に向上している。

【0027】次に、放電表面処理後の窒化処理による表面状態について説明する。放電処理表面を窒化することには次のような重要な意義がある。

（1）放電加工表面が溶融と急速冷却を伴うため、表面は引張り応力が残留することが広く知られており、放電処理後の母材を窒化すると、単に硬度が上昇するだけでなく、窒素の浸入によつて体積膨張を起して引張残留応力を軽減し、場合によつて圧縮応力側に移行する。そのために耐摩耗性等が増大する。

（2）チタン（Ti）の圧粉体電極によつて放電処理した切削工具や塑性加工の金型を窒化処理することにより、被加工物である鉄との親和性が減少し、凝着による摩耗が減少し、耐摩耗性を増大する効果がある。

（3）また、前述のとおり、窒化によつて表面あらさは全く変化しないので、窒化前に仕上げた加工面あらさが維持される。すなわち、良好な仕上面のもとに耐摩耗性を向上させることができる。（図3参照）

【0028】次に、図7により放電表面処理後に研磨を加えて、更にその後、窒化した母材表面の構造概念について説明する。加工時間の制約や、寸法上の制約等から放電表面処理層が充分厚くつけられない場合の表面構造は、全体が平滑になるのではなく、図7に示すように、凹部を残したままの平滑面となる。これは仕上面あらさを測定すれば、必ずしも良いものとはならないが、摩擦係数の小さいことが求められるとか、耐摩耗性が求められる場合には、負荷荷重を大きくとれる表面であり、凹部はむしろ油などの潤滑剤の油溝の作用をするので、却つて良い結果となる。

【0029】次に、被覆層のX線回折測定及び成分分析について実験を試みたところ、X線解析測定により、水素化チタン（TiH<sub>2</sub>）の圧粉体電極による加工面を研削した後、窒化したものの表面をX線回折によつて分析した結果、窒素化炭化チタン（TiCN）、窒化チタン（TiN）が存在していることが確認された。

【0030】実施の形態2。上記第1の実施形態においては、水素化チタン（TiH<sub>2</sub>）の圧粉体電極により放電処理した母材の放電処理面を、表面にダイヤモンドペー

ストを塗布した丸棒により研磨する例を図示説明したが、手動運動、回転運動、往復運動、超音波振動等による機械的研磨、あるいは電解研削等の電気化学的作用を併用した表面研削であれば如何なる手段でもよいことは勿論である。

【0031】実施の形態3. 次に、この発明の第3の実施形態について説明する。この発明の用途の一つとして窒化チタン ( $TiN$ ) や窒素化アルミニウム [ $Ti(AlN)$ ] をコーティングしたエンドミルやドリルの再コーティング処理がある。その場合、摩耗した部分を除去するためにダイヤモンドホイール等により再研磨を行ってからコーティング処理を行なう必要がある。この再研磨を必要としない放電処理方法について説明する。

【0032】図8に放電による表面被覆層を厚くつけた場合の母材処理面性状を示すものであり、先に述べた図6a~dの場合は、放電電流  $I_p = 7A$ 、放電パルス幅  $T_{on} = 2\mu s$  であるが、図8の場合は放電電流  $I_p = 7A$ 、放電パルス幅  $T_{on} = 16\mu s$  とした場合である。この図8から判るように、10分程度で  $20\mu m$  以上の厚さに容易に被覆することができるので、切削による通常程度の工具摩耗部分は、補修することができる。なお、放電パルス幅  $T_{on}$  を  $32\mu s$  程度に長くすれば、 $100\mu m$  程度の厚さには容易に達する。その場合の仕上げあさは  $20\mu m$  程度と荒くなるが、これをダイヤモンドホイール等で研削し、工具刃先形状を形成すると共に仕上面あさも、切削工具面として必要な  $1\mu m R_{max}$  程度に仕上げる。その後窒化を行なう。

【0033】このようにすれば、切削工具が著しく大きな損傷を起さない限り、再研磨の手数と、再研磨による切削工具の寸法減少を発生させないで、再コーティングを行なうことができる。再研磨による工具寸法の減少は、工具の再研磨回数に限界を与えるものである。

【0034】図9は切削工具の摩耗形態を示す図である。再研磨の場合には、摩耗部分を除去するためには工具母材の土台となる部分まで除去する必要があり、研削除去量も著しく大きくなる。放電表面処理により埋込むように補修すれば、除去量も少く、工具使用回数も格段に伸長することになる。

【0035】なお、図9のように、切削工具が大きく磨耗している時には、単にその上から圧粉体電極で放電を行っても、表面の凸部にのみ放電が行われ、従って凸部のみが単に高く堆積するので、形状修正は困難な場合がある。その時には、電極に回転もしくは揺動運動を与えて加工すれば、凸部に堆積した箇所は、横方向から移動する電極と放電することによって除去され、次第に凹部も埋め込まれるようになる。それでも埋め込みが不十分の場合には、圧粉体成分をアラルダイトのような接着作用のあるものに混練して凹部を含め表面に塗布し、その上から圧粉体電極または場合によっては通常放電加工に用いられる銅、グラファイト、あるいはタングステン-

銀等の電極で放電を行えば、仕上げ面粗さは良好ではないが、埋め込み加工は可能となり、その上で窒化処理を行う。

【0036】この方法は、単に切削工具の損傷箇所の修正加工のみでなく、金属やベアリング部分の修正加工としても使用でき、すべての工業分野に応用できる。

【0037】次に、放電処理による刃先の鈍化とその修正方法について説明する。放電表面処理を工具刃先等の尖鋭な部分に対して行う場合に、刃先は鈍化しやすい傾向を有するが、その理由は、水素化チタン ( $TiH_2$ ) の圧粉体のような電極で加工しても、尖鋭な刃先は電位傾度が高いため、そこに放電が集中し、そのため鈍化しやすい。

【0038】鈍化を修正する方法は、刃先を充分包含するのに十分な厚さに放電被覆を行って、その後研磨手段により刃先を切削作業に対して好ましい形に形状および仕上げ面を仕上げ、その後、窒化処理を行う。

【0039】実施の形態4. 窒化装置については図2に示したが、これ以外の実施形態として次のものを挙げることができる。ハンダコテの加熱装置のように、ニクロム線でコイルを巻き、たとえばエンドミル、ドリルのようなものの加熱部分をコイル内に置く。これを窒素雰囲気中に置いて通電すれば、容易に  $500\sim 600^\circ C$  程度にはなり得る。窒化は  $300^\circ C$  程度以上で行なわれるので、ニクロム線コイル内装着加熱でも充分である。

【0040】また、窒化すべき部分に窒素ガスを流しながらレーザ光 ( $CO_2$ 、YAG何れでもよい) を照射し、部分窒化を行なってもよい。

【0041】実施の形態5. 次に、実施の形態5について説明する。この実施形態は、窒素雰囲気調整による亜窒化チタン ( $Ti_2N$ ) の生成を説明するもので、図10に示すように切削工具の摩耗量は窒化チタン ( $TiN$ ) よりも亜窒化チタン ( $Ti_2N$ ) の方が少ないことが知られている。そこで窒化処理に当たっても、大気中に於いて窒素の分圧を低下せざるためにアルゴンガスと窒素ガスを混合したものをを用いた結果、亜窒化チタン ( $Ti_2N$ ) の生成が認められ、耐摩耗性が向上した。なお、その実施条件は大気圧における容量比で、アルゴンガス：窒素ガス =  $70:30$  とした。

【0042】

【発明の効果】以上のように、この発明は、炭化して硬化する金属の粉末を圧縮成形して放電加工用電極とし、放電によって炭素が分解する加工液中において被処理体を放電表面処理し、その後、被処理体の表面を研磨もしくは放電研削し、更にその後、被処理体を窒化処理するという、いわゆる、切削技術と窒化技術を複合併用したもので、これにより、鋼材あるいは超硬合金の表面に良好な仕上面あさを得ると共に、強靱な耐摩耗性をもつ表面層を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の第1の実施形態を説明する概略図である。

【図2】 この発明の第1の実施形態に使用される窒化処理装置の概略構成図である。

【図3】 この発明の第1の実施形態による窒化処理を行った場合の被処理体の表面粗さの測定結果を示す図である。

【図4】 この発明の第1の実施形態による窒化処理を行った場合の被処理体の表面硬度の測定結果を示す図である。

【図5】 この発明の第1の実施形態の表面処理における被処理体の表面から被覆層内部にわたる断面の硬度変化を示すものである。

【図6】 この発明の第1の実施形態の表面処理における放電処理表面の研磨前と研磨後の断面プロファイルを示す図である。

示す図である。

【図7】 この発明の第1の実施形態の表面処理における放電表面処理後に研磨を加えて、更にその後、窒化処理した被処理体表面の構造概念を説明する図である。

【図8】 この発明の第3の実施形態の表面処理における被処理体の表面被覆層を厚く付けた場合の処理面性状を示す図である。

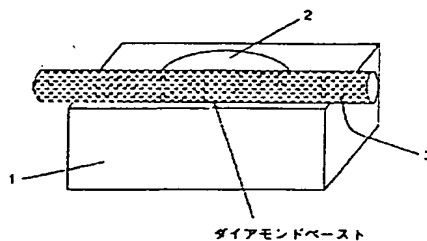
【図9】 この発明の第3の実施形態の表面処理における切削工具の磨耗形態を示す図である。

【図10】 この発明の第5の実施形態の表面処理における被覆物質の硬さと磨耗量の関係を示す図である。

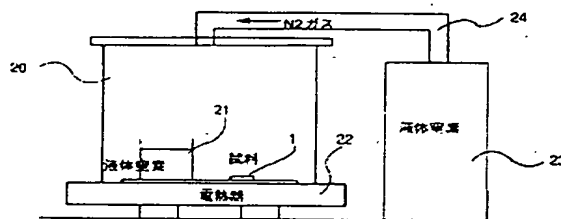
【符号の説明】

1 被処理体、2 放電処理面、3 工具、20 筐体、21 第1の収納容器、22 加熱器、23 第2の加熱器、24 管路。

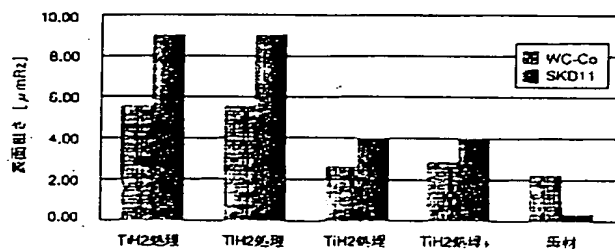
【図1】



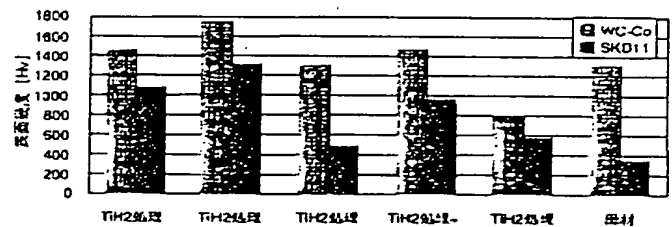
【図2】



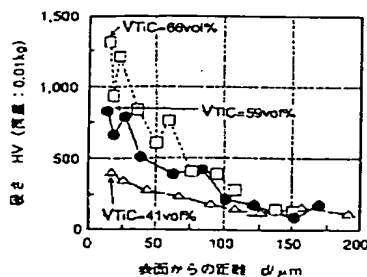
【図3】



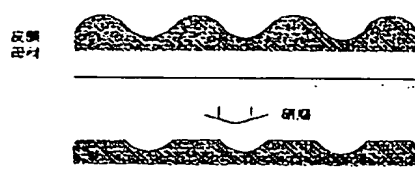
【図4】



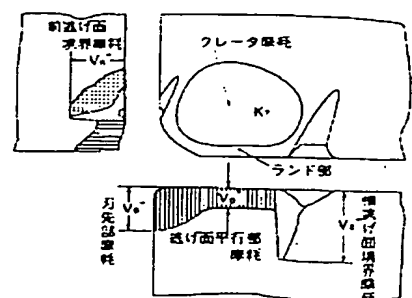
【図5】



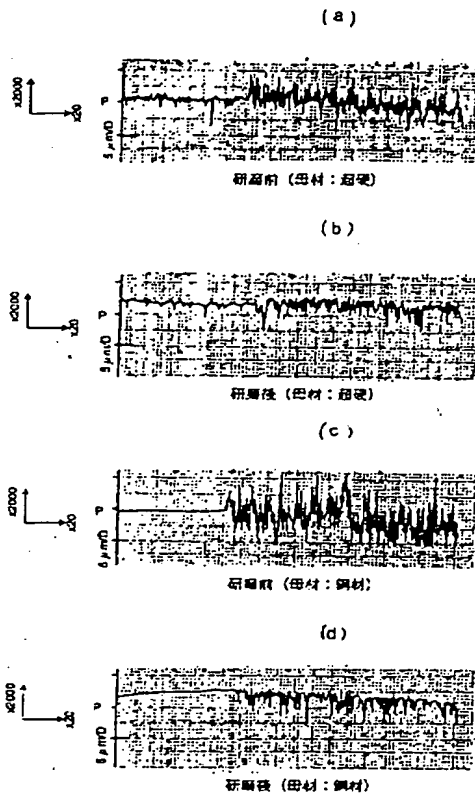
【図7】



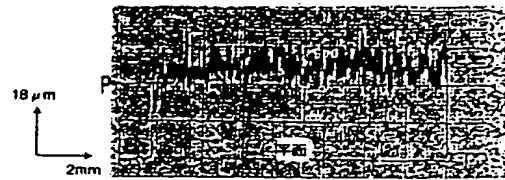
【図9】



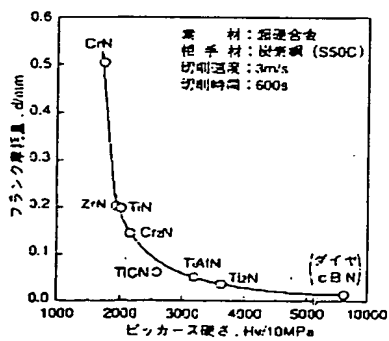
【図6】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 斎藤 長男  
愛知県春日井市岩成台九丁目12番地12
- (72)発明者 毛利 尚武  
愛知県名古屋市天白区八事石坂661-51
- (72)発明者 恒川 好樹  
愛知県岡崎市龍美南2丁目5番地8

- (72)発明者 島本 講平  
愛知県名古屋市天白区植田西1丁目903番地
- (72)発明者 後藤 昭弘  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内



(72)発明者 真柄 卓司  
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 今井 祥人  
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 三宅 英孝  
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三  
菱電機株式会社内